

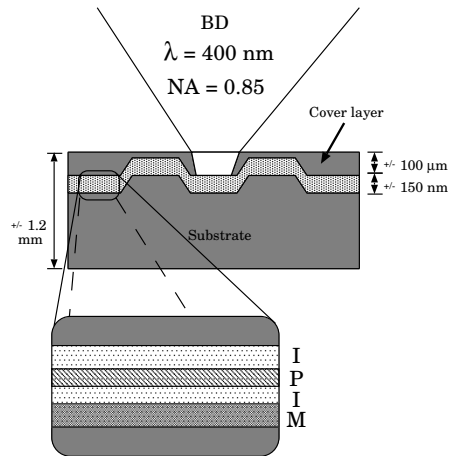
# Burning Blu-Ray

Kees Vuik en John Brusche  
Machazine, 7(3), pp. 10-13, 2003

In dit stukje zullen wij niet bespreken hoe je het best/snelst een CD kan branden. De meeste lezers van Machazine weten dat waarschijnlijk beter dan wij. We zullen hier achtergrond informatie geven over de nieuwste ontwikkelingen bij het maken van herschrijfbare CD's en de zogenaamde Blu-Ray disks, die een veel hogere dataopslag hebben. Bovendien zullen we aangeven wat de relatie is met numerieke wiskunde.

## Eerst een stukje geschiedenis

Het gebruik van (digitale) optische recording is gestart in 1982 met de introductie van het Compact Disc systeem (CD). Binnen korte tijd werd de muziek CD populair en werden de andere muziekdragers van de markt gedrongen. Al snel daarna, 1985, werd dezelfde techniek gebruikt voor het opslaan van Computer Data (CD Rom) met een opslagcapaciteit van 650 MB. Door het verhogen van de dataopslag is vanaf 1997 de Digital Versatile Disk (DVD) beschikbaar en binnenkort de Blu-Ray disk (BD) met een capaciteit van 50GB. Zie Figuur 1 voor een doorsnede van een BD. Op dit moment wordt er gewerkt aan verbetering van de technieken die het mogelijk maken om de schijfjes (DVD/BD) meerdere malen te beschrijven.



Figuur 1: De opbouw van een Blu-Ray disk

## Huidige techniek

Voor het maken van herschrijfbare disks wordt er gebruik gemaakt van zogenaamde Phase Change materialen. Deze materialen kunnen snel overgaan van een kristallijne naar een amorfe vorm en vice versa. Deze verandering van fase kan gelezen worden omdat de terugkaatsing van laserlicht verschillend is bij amorf en kristallijn materiaal. Het idee is het volgende: Het oorspronkelijke materiaal is kristallijn. Bij het beschrijven (branden) wordt de intensiteit van de laser zo hoog gemaakt dat het actieve materiaal plaatselijk gaat smelten. De tijd dat de laser deze intensiteit heeft is in de orde van 10-100 nanoseconde. Door een snelle afkoeling komt er op die plaats een stukje amorf materiaal. Om de informatie te wissen wordt

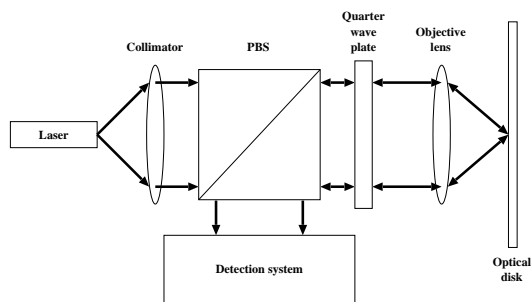
via de laser de temperatuur lang genoeg (kristallisatie tijd) opgehoogd tot boven de 'glas' temperatuur maar onder de smelttemperatuur. Het amorf materiaal gaat dan weer over in de kristallijne vorm en de disk kan opnieuw beschreven worden. In tegenstelling tot de Mini Disk (MD) is het aantal malen van herschrijven eindig  $O(10^5)$ .

## Onderzoek

Het onderzoek dat wij hieraan doen is onderverdeeld in twee stukken: het optische deel (de laser) en het warmte deel (de disk). Over beide onderwerpen zullen we iets meer detail geven. Het doel van het onderzoek is: hoe kunnen we de lees- en schrijfsnelheid opvoeren, hoe kunnen we vermijden dat bij het schrijven naburige informatie verloren gaat, vergroten van de datacapaciteit, enz. Het onderzoek vindt plaats in nauwe samenwerking met Prof. Paul Urbach van het Philips Natuurkundig Laboratorium.

## Het optische deel

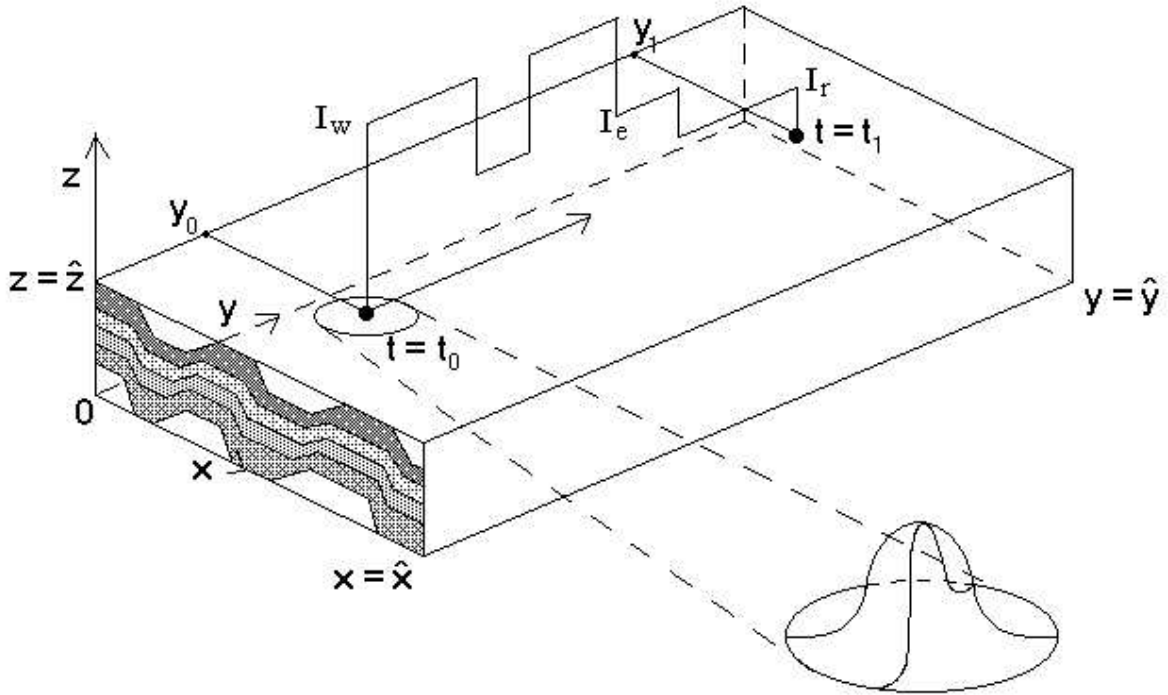
Het optische deel staat schematisch uitgelegd in Figuur 2. Het idee is om een goede beschrijving te geven van de lasergolven, zodat de warmteproductie in de disk berekend kan worden. Voor het beschrijven van deze golven maken we gebruik van de Maxwellvergelijkingen. Nadat we deze gediscrètiseerd hebben moeten we een groot lineair stelsel oplossen. Tot nu toe gebruiken we alleen direct methoden (Gauss Eliminatie) om deze problemen op te lossen. Dit leidt tot zeer lange rekestijden en een groot geheugen gebruik. Daarom zijn we nu aan het onderzoeken hoe de problemen iteratief opgelost kunnen worden. Een moeilijkheid is dat de resulterende matrices complex zijn en de eigenwaarden zeer dicht bij nul kunnen liggen. Het onderzoek spitst zich toe op het vinden van een geschikte preconditionering zodat de eigenwaarden van de gepreconditioneerde matrix gunstig liggen voor een iteratieve solver.



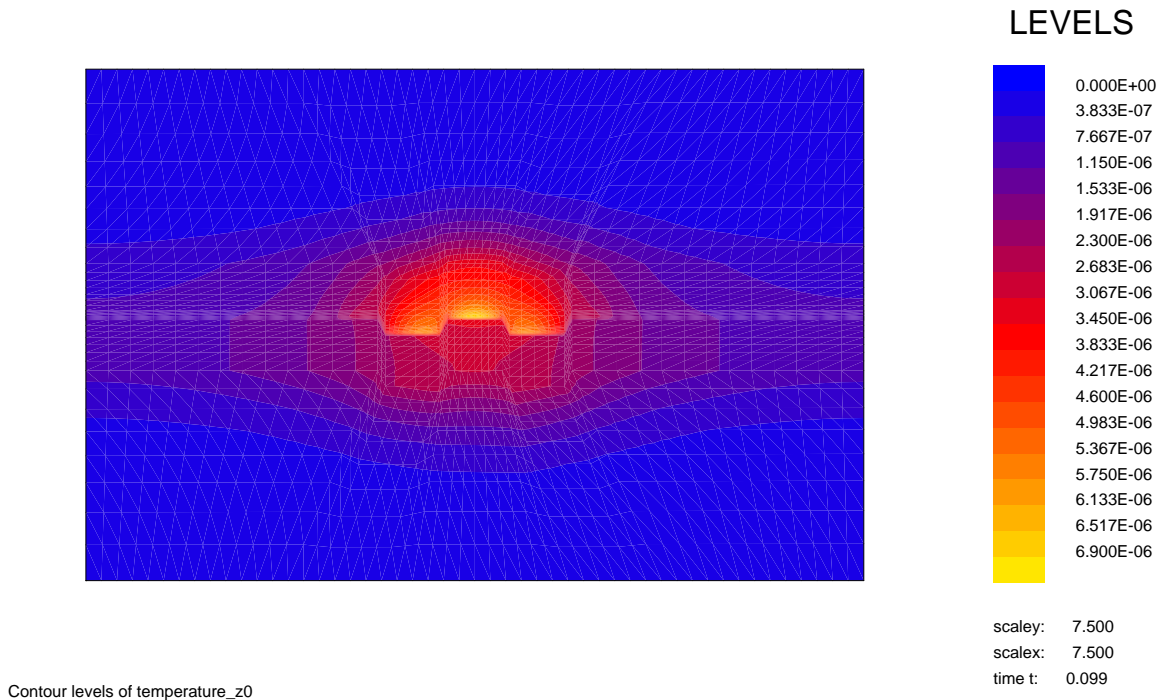
Figuur 2: De opzet van het optische systeem

## Het warmte probleem

Als we de laser golven goed kunnen beschrijven dan kunnen we ook de energie bepalen die er in de disk opgewekt wordt. Als we deze energie gebruiken als bronterm van de warmtevergelijking dan kunnen we de temperatuur bepalen van de actieve laag tijdens het schrijven. Deze koppeling is recent uitgevoerd in een afstudeerproject. Op dit moment wordt de vorm van het amorphe gebied geschat door de vorm van het gebied dat tijdens het schrijven een temperatuur gehad heeft boven de smelttemperatuur (zie Figuren 3 en 4).



Figuur 3: Geometrie van de disk gebruikt voor het warmteprobleem



Figuur 4: Contour plot van de temperatuur op 99 nanoseconde

Dit is een benadering en we gaan nu werken aan een betere schatting. In het nieuwste onderzoek gebruiken we het gegeven dat het smelten van een materiaal energie kost (latente warmte). Dit betekent dat op het interface tussen vloeibaar en vast materiaal er energie verbruikt wordt. Hierdoor zal het gebied dat vloeibaar is kleiner zijn dan de eerste schatting, waarbij de latente warmte buiten beschouwing gelaten wordt. Dit leidt tot een drie dimensionaal Stefanprobleem in een ingewikkelde geometrie. Het is een uitdaging om dit efficiënt en nauwkeurig op te lossen met een numerieke methode. We kiezen voor de eindige elementen methode, waarbij het rooster aangepast moet worden aan het interface, dat op elk tijdstip een andere positie inneemt. Als dit gelukt is gaan we kijken naar het nog ingewikkelder proces van het wassen. Het kristallisatieproces kan gedeeltelijk beschreven worden met een Stefan probleem. Echter hier komen ook statistische effecten aan de orde, namelijk de kans dat er een kristallisatiekernetje gevormd wordt. Kortom er is genoeg interessant werk om een AIO hier 4 jaar aan te laten werken.

Voor meer informatie zie:

<http://ta.twi.tudelft.nl/nw/users/vuik/papers/Erl03VO.pdf>

<http://ta.twi.tudelft.nl/nw/users/vuik/numanal/brusche.html>